

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
17 juin 2004 (17.06.2004)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2004/051211 A2

(51) Classification internationale des brevets⁷ : G01M 3/38

Pascal [FR/FR]; 25, rue de Lisbonne, F-14120 Mondeville (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2003/003480

(74) Mandataires : MARTIN, Jean-Jacques etc.; Cabinet Regimbeau, 20, rue de Chazelles, F-75847 Paris Cedex 17 (FR).

(22) Date de dépôt international :
25 novembre 2003 (25.11.2003)

(25) Langue de dépôt : français

(81) États désignés (*national*) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
02/14805 26 novembre 2002 (26.11.2002) FR

(71) Déposant (*pour tous les États désignés sauf US*) : SC2N [FR/FR]; 5, avenue Newton, F-78180 Montigny-Le Bretonneux (FR).

(84) États désignés (*régional*) : brevet ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI,

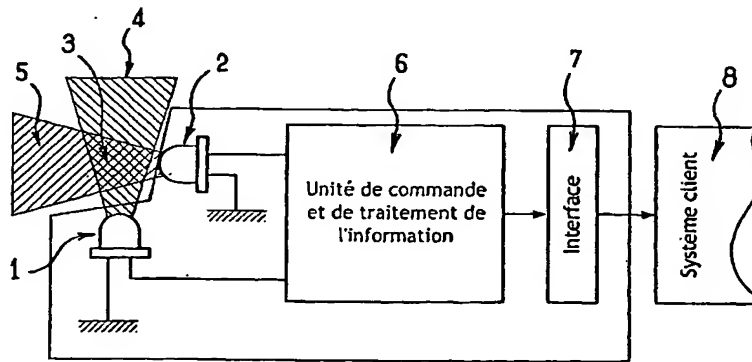
(72) Inventeur; et

(75) Inventeur/Déposant (*pour US seulement*) : CASTRO,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: OPTICAL DETECTOR FOR THE PRESENCE OF GAS BUBBLES IN A LIQUID

(54) Titre : DETECTEUR PAR VOIE OPTIQUE DE LA PRESENCE DE BULLES DE GAZ DANS UN LIQUIDE



6...INFORMATION CONTROLLING AND PROCESSING UNIT
7...INTERFACE
8...CLIENT SYSTEM

(57) Abstract: The invention concerns a method for detecting gas bubbles in a liquid adapted to a device comprising a light source, a light detector and a data controlling and processing unit connected to a client system comprising the following steps: emitting light from the light source, acquiring successive measurements of the light intensity sensed by the light detector and calculating a variation between two successive measurements of said light intensity. In accordance with a first embodiment of the invention, the method further comprises a step which consists in comparing the variation between two successive measurements of light intensity to a threshold S. Advantageously, a warning counter is incremented by a value A when variation between two successive measurements is higher than the threshold S and decremented by a value B in the opposite case. A proportion of bubbles higher than a maximum authorized rate is detected when said warning counter exceeds a warning value C. In a second embodiment of the invention, the method further comprises a step which consists in calculating an average value between the variations between two successive measurements of light intensity. The client system is made aware of said average value proportional to said bubble content in the liquid.

[Suite sur la page suivante]



FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

Publiée :

- *sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport*

(57) Abrégé : Procédé de détection de bulles de gaz dans un liquide adapté à un dispositif comprenant une source de lumière, un détecteur de lumière et une unité de commande et de traitement de l'information reliée à un système client comportant les étapes d'émission de la lumière depuis la source de lumière, d'acquisition des mesures successives de l'intensité lumineuse perçue par le détecteur de lumière et de calcul d'une variation entre deux mesures successives de ladite intensité lumineuse. Selon un premier mode de réalisation de l'invention, le procédé comporte en outre une étape de comparaison de la variation entre deux mesures successives de l'intensité lumineuse à un seuil S. Avantageusement, un compteur alerte est incrémenté d'une valeur A quand la variation entre deux mesures successives est supérieure au seuil S et décrémenté d'une valeur B dans le cas contraire. Un taux de bulles supérieur à un taux maximum autorisé est détecté lorsque ledit compteur d'alerte dépasse une valeur d'alerte C. Selon un second mode de réalisation de l'invention, le procédé comporte en outre une étape de calcul d'une valeur moyenne des variations entre deux mesures successives de l'intensité lumineuse. Le système client est averti de cette valeur moyenne proportionnelle au taux de bulles dans le liquide.

DETECTEUR PAR VOIE OPTIQUE DE LA PRESENCE DE BULLES DE GAZ DANS UN LIQUIDE

L'invention concerne le domaine des détecteurs par voie optique de la présence de bulles de gaz dans un liquide.

5 L'invention peut être utilisée non exclusivement pour la détection de bulles de gaz dans un circuit d'eau de refroidissement de moteur à explosion de véhicule automobile.

Il est connu de détecter la présence de bulles de gaz présentes par exemple dans un système de refroidissement à l'aide d'une source
10 lumineuse, d'un détecteur de lumière et d'un dispositif de conversion produisant un signal en réponse à la quantité de lumière provenant de la source lumineuse et reçue par le détecteur.

Le document WO 98/55849 décrit un dispositif pour déceler une fuite de gaz dans un système de refroidissement en utilisant des moyens de
15 détection de la présence de bulles de gaz.

Le dispositif mis en œuvre dans le document WO 98/55849 comprend une source lumineuse alignée avec un détecteur de lumière de telle sorte que la source et le détecteur sont optiquement couplés par un chemin optique, celui-ci étant défini par le trajet emprunté par la lumière entre son
20 émission par la source et sa réception par le détecteur. Un dispositif de conversion, relié au détecteur de lumière, produit un signal électronique en réponse à la quantité de lumière reçue par le détecteur de lumière et provenant de la source lumineuse.

Ce dispositif compare le signal électronique en réponse à la quantité
25 de lumière reçue par le détecteur de lumière à un signal de référence correspondant à la quantité de lumière reçue par le détecteur lorsque le chemin optique n'est pas obstrué par le passage d'une bulle. Si cette différence est supérieure à une valeur seuil prédéterminée, alors le passage d'une bulle de gaz à travers le chemin optique est détecté. Ce dispositif
30 permet de déceler la présence de bulles de gaz dans le système de

refroidissement, signe de la présence d'une fuite dans ledit système de refroidissement.

Ce mode de comparaison à une valeur de référence présente toutefois plusieurs inconvénients.

5 Il s'agit tout d'abord d'un mode de détection tel que le temps de réponse à la présence de bulles est uniforme. On détecte ainsi aussi rapidement la présence d'une quantité importante de bulles que celle d'une petite quantité. Or les petites quantités de bulles sont à analyser plus finement pour être sûr que la détection est fondée et éviter de déclencher
10 inutilement une alerte.

De plus, la valeur de référence est fixe dans le temps. Or le système présente des dérives optiques (salissures, opacification, etc.) et subit des variations de température telles que ses propriétés en sont modifiées au cours du temps. La sensibilité du système en est alors altérée et il est
15 possible qu'au bout d'un certain temps des bulles ne soient pas détectées et que l'alerte correspondante ne soit donc pas déclenchée. Il est également possible qu'une petite quantité de bulles soient considérées comme étant trop importante et qu'une fausse alerte soit alors déclenchée.

Un but de l'invention est de proposer un dispositif de détection par voie
20 optique de la présence de bulles à la fois simple, économique et fiable tout en remédiant aux inconvénients des systèmes précédemment décrits.

A cet effet, l'invention propose un procédé de détection de bulles de gaz dans un liquide adapté à un dispositif comprenant une source de lumière, un détecteur de lumière et une unité de commande et de traitement
25 de l'information reliée à un système client comportant les étapes d'acquisition de mesures successives de l'intensité lumineuse provenant de la source de lumière et perçue par le détecteur de lumière et de calcul de la variation entre deux mesures successives de ladite intensité lumineuse.

L'écart temporel entre deux mesures successives est très faible devant
30 le temps à observer pour que la sensibilité du système soit altérée de façon significative du fait notamment des dérives optiques et des variations de

température. De telle sorte les transformations des propriétés du système durant ledit écart temporel entre deux mesures successives ne peuvent pas venir fausser la mesure de la variation de l'intensité lumineuse entre deux mesures successives. Le procédé, objet de l'invention, est ainsi insensible
5 aux modifications temporelles des propriétés du système.

Il est prévu dans un premier mode de réalisation préféré de l'invention que le procédé de détection de bulles de gaz dans un liquide comporte, en outre, une étape de comparaison de ladite variation entre deux mesures successives de l'intensité lumineuse à une valeur seuil prédéfinie S. Le
10 système mis en oeuvre dans ce mode de réalisation préféré de l'invention détecte alors la présence d'une bulle de gaz dans le liquide si la mesure de la variation entre deux mesures successives de l'intensité lumineuse est supérieure à ce seuil S.

Il est avantageusement prévu dans le cadre du premier mode de
15 réalisation préféré de l'invention que l'unité de commande et de traitement de l'information comporte en outre un compteur d'alerte incrémenté d'une valeur prédéfinie A quand la variation entre deux mesures successives de l'intensité lumineuse perçue par le détecteur est supérieur au seuil S et décrémenté d'une valeur prédéfinie B dans le cas contraire. Le compteur
20 d'alerte dispose, en option, d'une valeur d'alerte prédéfinie C, telle que si la valeur dudit compteur d'alerte dépasse la valeur d'alerte C, le système client est informé que le taux de bulles maximum autorisé est dépassé. Le compteur d'alerte dispose également en option d'une valeur prédéfinie D, dite valeur de fin d'alerte, telle que le système client ne cesse d'être informé
25 que le taux de bulles est supérieur au taux de bulles maximum autorisé que lorsque le compteur d'alerte est inférieur à ladite valeur de fin d'alerte D. Ce mode de réalisation permet de détecter rapidement une quantité importante de bulles et de détecter plus longuement et plus finement une petite quantité de bulles.

30 Il est prévu dans un second mode de réalisation préféré de l'invention que le procédé de détection de bulles de gaz comporte en outre une étape

de calcul de la valeur moyenne d'une pluralité desdites variations entre deux mesures successives de l'intensité lumineuse. Le système mis en oeuvre dans ce second mode de réalisation préféré de l'invention renvoie alors cette valeur moyenne qui est représentative du taux de bulles de gaz dans le liquide.

Avantageusement, il est également prévu que l'unité de commande et de traitement de l'information comporte en outre un module de commande de la source lumineuse apte à commander la valeur de polarisation de la source de lumière ce qui permet d'effectuer une nouvelle calibration du système. Ce module de commande de la source de lumière est notamment apte à effectuer une polarisation périodique de la source lumineuse. Il peut, en option, posséder un détecteur de dépassement d'un seuil de polarisation prédéfini. Avec un tel détecteur de dépassement de seuil, il est alors possible, sous certaines conditions liées à la configuration optique retenue, de déceler si le capteur constitué de la source et du détecteur de lumière est immergé dans le liquide ou non.

Avantageusement, la source et le détecteur de lumière sont agencés sensiblement orthogonalement. L'étape d'acquisition des mesures successives de l'intensité lumineuse perçue par le détecteur de lumière permet alors d'acquérir des mesures de la quantité de rayons lumineux émis par la source de lumière qui sont réfléchis le cas échéant lors de la présence de bulles sur la surface d'une bulle de gaz dans une direction sensiblement orthogonale de la direction d'incidence vers le détecteur de lumière.

La source et le détecteur de lumière peuvent également être agencés sensiblement de manière adjacente. L'étape d'acquisition des mesures successives de l'intensité lumineuse perçue par le détecteur de lumière permet alors d'acquérir des mesures de la quantité de rayons lumineux émis par la source de lumière qui sont réfléchis le cas échéant lors de la présence de bulles sur la surface d'une bulle de gaz dans une direction

sensiblement parallèle à la direction d'incidence vers le détecteur de lumière.

En option, un élément de mesure de température et au moins un interrupteur associé audit élément de mesure de température peuvent être
5 adjoint au dispositif. Avantageusement, l'interrupteur est apte à changer d'état lors de la détection d'une bulle de gaz.

L'unité de commande et de traitement de l'information transmet, via un module d'interface, au système client les informations sur la température du liquide et la présence de bulles de gaz dans le liquide. Un signal de niveau
10 haut d'amplitude proportionnelle à la température du liquide lorsque la présence d'une bulle n'est pas détectée ou de niveau bas lorsque la présence d'une bulle est détectée est alors fourni au système client sur un seul fil.

En option, un système d'électrodes apte à mesurer la résistivité du milieu ambiant peut également être adjoint au dispositif. Le système client
15 est alors informé que le capteur constitué de la source et du détecteur de lumière n'est pas immergé dans le liquide lorsque le système d'électrodes identifie le milieu ambiant comme n'étant pas le liquide. L'interrupteur associé à l'élément de température change alors avantageusement d'état
20 lors de la détection d'une bulle de gaz et lors de l'absence de liquide. Le système client peut alors être renseigné par un signal de niveau haut d'amplitude proportionnelle à la température du liquide lorsque la présence d'une bulle n'est pas détectée et que le capteur est immergé dans le liquide ou de niveau bas lorsque la présence d'une bulle est détectée ou lorsque le
25 capteur n'est pas immergé dans le liquide.

Avantageusement, la source et le détecteur de lumière sont agencés sensiblement face à face. L'étape d'émission de la lumière permet alors d'émettre depuis la source de lumière une lumière de longueur d'onde spécifique telle qu'elle est fortement (réciproquement faiblement) absorbée
30 par le liquide et peu (réciproquement fortement) absorbée par le gaz constituant les bulles. Optionnellement l'étape d'acquisition des mesures

successives de l'intensité lumineuse perçue par le détecteur de lumière peut permettre d'acquérir des mesures de la quantité de rayons lumineux émis par la source de lumière qui sont déviés vers le détecteur de lumière le cas échéant lors de la présence de bulles du fait des différences d'indice de diffraction entre le liquide et le gaz constituant les bulles au niveau de la surface desdites bulles.

En option, un élément de mesure de température et au moins un interrupteur associé audit élément de mesure de température peuvent être adjoint au dispositif. Avantageusement, l'interrupteur change d'état lors de la détection d'une bulle de gaz.

L'unité de commande et de traitement de l'information transmet, via un module d'interface, au système client les informations sur la température du liquide et la présence de bulles dans le liquide. Un signal périodique est fourni au système client sur un seul fil et la période dudit signal est formée d'une première phase constituée par un signal constant de niveau haut d'amplitude proportionnelle à la température du liquide et d'une deuxième phase constituée par un train d'impulsions à largeur modulée, la largeur des impulsions étant modulée selon la valeur moyenne des variations successives de l'intensité lumineuse perçue par le détecteur de lumière.

Avantageusement, le système client peut être informé que le capteur n'est pas immergé dans le liquide lorsque la valeur de polarisation de la source de lumière dépasse une valeur seuil prédéfinie T , dite valeur de seuil d'alerte de polarisation.

Le système client peut alors être renseigné des informations sur la température du liquide, la présence de bulles dans le liquide et la non immersion du capteur dans le liquide par un signal périodique dont la période est formée d'une première phase constituée par un signal constant de niveau haut d'amplitude proportionnelle à la température du liquide et d'une deuxième phase constituée par un train d'impulsions à largeur modulée, la largeur des impulsions étant modulée selon la valeur moyenne des variations successives de l'intensité lumineuse perçue par le détecteur

de lumière et ladite largeur étant maximale lorsque le capteur n'est pas immergé dans le liquide.

L'invention concerne également un dispositif de détection de bulles de gaz dans un liquide comprenant des moyens d'émission de lumière, des
5 moyens de détection de lumière et des moyens de commande et de traitement de l'information liés aux moyens de détection de lumière caractérisé en ce que suite à l'émission de lumière par les moyens d'émission de lumière et à la détection de lumière par les moyens de
10 détection de lumière, les moyens de commande et de traitement de l'information sont aptes à obtenir des moyens de détection de lumière des mesures successives de l'intensité lumineuse détectée par les moyens de détection de lumière et à calculer une variation de l'intensité lumineuse entre deux mesures successives de l'intensité lumineuse.

D'autres caractéristiques, buts et avantages de l'invention apparaîtront
15 à la lecture de la description détaillée qui va suivre, et au regard des dessins annexés, donnés à titre d'exemples non limitatifs et sur lesquels :

- la figure 1 représente un synoptique du dispositif de détection de bulles de gaz dans un liquide selon un premier agencement de la source et du détecteur de lumière.
- 20 - la figure 2 représente un synoptique du dispositif de détection de bulles de gaz dans un liquide selon un second agencement de la source et du détecteur de lumière.
- la figure 3 représente un synoptique du dispositif de détection de bulles de gaz dans un liquide selon un troisième agencement de la source et
25 du détecteur de lumière.
- la figure 4 représente un synoptique d'une unité électronique de commande et de traitement de l'information selon un premier mode de réalisation préféré de l'invention.
- 30 - La figure 5 représente un synoptique d'une unité électronique de commande et de traitement de l'information selon un second mode de réalisation préféré de l'invention.

- La figure 6 représente l'interfaçage de l'unité électronique de commande et de traitement de l'information avec un système client dans le cadre du premier mode de réalisation préféré de l'invention.
- La figure 7 représente l'interfaçage de l'unité électronique de commande et de traitement de l'information avec un système client dans le cadre du second mode de réalisation préféré de l'invention.

Les figures 1, 2 et 3 représentent un dispositif conforme à l'invention comprenant essentiellement une source de lumière 1 et un détecteur de lumière 2 associés à une unité de commande et de traitement de l'information 6.

L'interfaçage du dispositif avec un système client 8 est réalisé via un module d'interface 7.

Comme on le voit sur les figures 1, 2 et 3, la lumière est émise par la source de lumière 1 dans une zone d'éclairement 4. Le champ de vision du détecteur de lumière 2 définit une zone de vision 5. Et l'intersection de la zone de vision 5 avec la zone d'éclairement 4 définit une zone de détection des bulles 3.

La source de lumière 1 peut être n'importe quel type de source, cohérente ou non, de radiation électromagnétique (par exemple une lampe à éclat, une diode électroluminescente, etc.). Le détecteur de lumière 2 est n'importe lequel des détecteurs de lumière conventionnels (par exemple une photodiode, un phototransistor, une photorésistance, etc.).

Le détecteur de lumière 2 génère un signal électrique 17 en réponse à une quantité de lumière provenant de la source lumineuse 1 et perçue par le détecteur 2 dans la zone de vision 5. Ce signal électrique 17 est ensuite envoyé à l'unité de commande et de traitement de l'information 6 afin que soit mesurée une variation temporelle associée.

Plusieurs agencements de la source 1 et du détecteur 2 de lumière peuvent être avantageusement retenus.

Les propriétés de réflexion de la lumière sur la surface d'une bulle de gaz peuvent être utilisées dans le cadre de l'invention. Les figures 1 et 2

illustrent ce cas de figure. Lorsque aucune bulle de gaz n'est présente dans la zone de détection 3, la lumière émise par la source 1 de lumière n'est que faiblement perçue par le détecteur 2 de lumière. En revanche, lorsqu'une bulle de gaz passe dans la zone de détection 3, la lumière
5 incidente émise par la source lumineuse 1 se reflète sur la surface de ladite bulle de gaz. La lumière réfléchie renvoyée par la surface de ladite bulle est alors captée par le détecteur de lumière 2. La lumière réfléchie crée ainsi une variation du signal électrique 17 aux bornes du détecteur 2 de lumière.

La source 1 et le détecteur 2 de lumière peuvent être disposés
10 orthogonalement comme cela est représenté sur la figure 1. Le détecteur 2 de lumière capte alors la lumière réfléchie dans une direction sensiblement perpendiculaire à la direction d'incidence de la lumière émise par la source 1 de lumière.

La source 1 et le détecteur 2 de lumière peuvent également être
15 disposés parallèlement comme cela est représenté sur la figure 2. Le détecteur 2 de lumière capte alors la lumière réfléchie dans une direction sensiblement parallèle à la direction d'incidence de la lumière émise par la source 1 de lumière.

On peut aussi utiliser avantageusement les propriétés de transmission
20 de la lumière dans des milieux (liquide, gaz) aux caractéristiques optiques différentes.

Dans ce cas de figure et comme on peut le voir sur la figure 3, la source 1 et le détecteur 2 de lumière sont disposés face à face de telle sorte que la lumière émise par la source 1 frappe directement le détecteur
25 2. Les zones d'éclairement 4 et de vision 5 sont alors sensiblement confondues et la zone de détection 3 correspond au trajet emprunté par la lumière entre son émission par la source 1 de lumière et sa réception par le détecteur 2 de lumière.

Différentes techniques peuvent être retenues et notamment celles
30 reposant sur l'absorption d'une longueur d'onde spécifique ou sur la diffraction des rayons lumineux.

On peut notamment employer une lumière de longueur d'onde spécifique fortement absorbée par l'un des milieux (liquide ou gaz) et peu absorbée par l'autre milieu. La longueur d'onde de la lumière émise par la source 1 de lumière en direction du détecteur 2 de lumière peut ainsi être
5 fortement absorbée par le liquide et peu absorbée par le gaz constituant les bulles.

Lorsque aucune bulle de gaz n'est présente dans la zone de détection 3, la lumière émise par la source 1 de lumière parcourt son chemin dans un liquide à fort coefficient d'absorption si bien que ladite lumière n'est que
10 faiblement perçue par le détecteur 2 de lumière. En revanche lorsqu'une bulle de gaz passe dans la zone de détection 3, la lumière émise par la source 1 de lumière parcourt une partie de son chemin dans un gaz à faible coefficient d'absorption. La quantité de lumière perçue par le détecteur 2 de lumière lorsqu'une bulle est présente dans la zone de détection 3 est alors
15 plus importante que celle perçue par le détecteur lorsque aucune bulle n'est présente dans la zone de détection 3. Il s'en suit que le passage d'une bulle de gaz dans la zone de détection 3 crée une variation du signal électrique aux bornes du détecteur 2 de lumière.

On peut aussi utiliser avantageusement les différences d'indice de
20 réfraction qui existent entre le liquide et le gaz constituant les bulles.

Les rayons lumineux émis par la source 1 de lumière en direction du détecteur 2 de lumière peuvent être déviés lorsqu'une bulle de gaz est présente dans la zone de détection 5 du fait des différences d'indice de réfraction qui existent entre le liquide et le gaz au niveau de la surface des
25 bulles. Le passage d'une bulle de gaz dans la zone de détection entraîne alors une variation de l'intensité lumineuse perçue par le détecteur 2, la luminosité au niveau du détecteur étant modifiée du fait de la déviation des rayons lumineux.

D'autre part, les dispositifs selon les figures 1 et 2 pour lesquels les
30 propriétés de réflexion de la lumière sur la surface d'une bulle de gaz sont employées ne travaillent qu'au regard des variations du signal électrique 17

générées par le détecteur 2 de lumière. Si le capteur constitué de la source 1 et du détecteur 2 de lumière n'est plus immergé dans le liquide, aucune variation du signal électrique 17 n'est en effet détectée. On peut avantageusement adjoindre aux dispositifs illustrés par les figures 1 et 2 un
5 dispositif de mesure de résistivité du milieu ambiant utilisant un système d'électrodes apte à déterminer si les électrodes sont plongées dans un liquide ou dans l'air. Un tel dispositif est décrit dans la demande de brevet européen EP 1 231 463 à laquelle on peut se référer pour de plus amples informations. L'incorporation d'un tel système d'électrodes permet d'obtenir
10 un dispositif apte à déterminer si le capteur est immergé dans le liquide ou non.

Lorsqu'un dispositif selon la figure 3 emploie les propriétés d'absorption d'une longueur d'onde spécifique comme cela a été décrit précédemment, aucune variation du signal électrique 17 généré par le
15 détecteur 2 de lumière ne peut être détectée lorsque le capteur constitué de la source 1 et du détecteur 2 de lumière n'est pas immergée dans le liquide. Cependant, dans ce cas de figure, la quantité de lumière perçue par le détecteur 2 de lumière est anormalement élevée puisque la lumière parcourt l'intégralité de son chemin dans un gaz à faible coefficient
20 d'absorption. On peut alors prendre en compte cette valeur anormalement élevée pour déterminer si le capteur est immergé dans le liquide ou non.

De même, lorsqu'un dispositif selon la figure 3 emploie les propriétés de diffraction des rayons lumineux comme cela a été décrit précédemment, aucune variation du signal électrique 17 généré par le détecteur 2 de
25 lumière ne peut être détectée lorsque le capteur constitué de la source 1 et du détecteur 2 de lumière n'est pas immergé dans le liquide. Cependant les matériaux optiques utilisés peuvent être déterminés pour transmettre un maximum de lumière quand le capteur se trouve dans un gaz et une quantité beaucoup plus faible quand le capteur est immergé dans un
30 liquide. Les rayons lumineux sont effectivement fortement courbés et par conséquent fortement amenés sur le détecteur 2 de lumière lorsque la

lumière parcourt l'intégralité de son chemin dans un gaz. Les rayons lumineux sont par contre faiblement courbés et par conséquent faiblement amenés sur le détecteur 2 de lumière lorsque la lumière parcourt l'intégralité de son chemin dans un liquide. On peut alors prendre en compte la quantité
5 anormalement élevée de lumière perçue par le détecteur 2 de lumière lorsque le capteur est plongé dans un milieu ambiant constitué de gaz afin de déterminer si ledit capteur est immergé dans le liquide ou non.

Nous allons maintenant décrire le fonctionnement de l'unité de commande et de traitement de l'information 6. Celui-ci est illustré par les
10 figures 4 et 5, lesquelles représentent respectivement le premier et le second mode de réalisation préféré de l'invention.

Comme on peut le voir sur les figures 4 et 5, l'unité de commande et de traitement de l'information 6 comprend essentiellement un module de commande 15 de la source lumineuse 1, un module de conversion analogique/numérique 11 apte à numériser le signal électrique 17 généré
15 par le détecteur de lumière 2 et un module de traitement de l'intensité lumineuse dans la zone de détection des bulles 3,

Le signal électrique 17 généré par le détecteur de lumière 2 en réponse à la quantité de lumière qu'il perçoit est numérisé via le module de
20 conversion analogique/numérique 11.

La commande de la source de lumière 1 doit être active lors de l'acquisition du signal correspondant de l'intensité lumineuse perçue par le détecteur de lumière 2. La commande de la source est effectuée par le module de commande 15 de la source lumineuse et est soit continue soit,
25 comme c'est le cas dans le cadre de la description, pulsée et synchronisée avec l'acquisition via un module de synchronisation 14.

Le module de commande 15 de la source de lumière est apte à polariser périodiquement la source de lumière 1 et à mesurer le signal électrique 17 recueilli sur le détecteur de lumière 2. La polarisation peut se
30 faire sur plusieurs niveaux afin de régler au mieux l'intensité de la lumière émise. Cette calibration est réalisée typiquement en testant successivement

les valeurs possibles de polarisation de la source de lumière et en retenant la valeur de polarisation ayant donnée la meilleure tension du signal électrique 17 recueilli sur le détecteur de lumière, c'est-à-dire la tension la mieux cadrée dans la plage de tension possible. Cette calibration est faite à
5 intervalles réguliers pour compenser les dérives des caractères optiques du système (salissures, opacification, etc.) ainsi que celles dues aux variations de température. L'intervalle de temps est typiquement compris entre 10s et 1min. Il apparaît ainsi qu'un avantage de l'invention réside dans le fait que les dérives du système n'affectent pas la sensibilité du dispositif mis en
10 œuvre par l'invention.

Comme indiqué précédemment, la détection de la présence d'une bulle de gaz dans la zone de détection 3 se fait en mesurant la variation de l'intensité lumineuse perçue par le détecteur de lumière 2. L'échelle de temps pour mesurer ces variations doit correspondre au temps moyen que
15 met une bulle pour parcourir la zone de détection 3, lequel temps dépend lui-même de la taille de la zone de détection et de la vitesse des bulles à détecter. Typiquement, la constante de temps est comprise entre quelques centaines de microsecondes et quelques millisecondes pour une vitesse de quelques mètres par seconde.

Avantageusement, on peut adjoindre au dispositif conforme à l'invention un dispositif de mesure de température tel qu'il a déjà été décrit dans la demande de brevet européen EP 1 231 463 à laquelle on peut se
20 référer pour de plus amples informations. L'incorporation d'un tel dispositif permet d'obtenir un capteur bi-fonction (température du liquide / présence de bulles de gaz dans le liquide). On utilise comme cela est connu une sonde de température qui peut être court-circuitée lorsque le dispositif a
25 décelé la présence de bulles.

Comme on l'a vu précédemment, lorsque le capteur constitué de la source 1 et du détecteur 2 de lumière n'est pas immergé dans le liquide, il
30 est impossible de déceler l'absence de liquide par une mesure de la variation de l'intensité lumineuse. L'observation via le module de commande

15 de la source lumineuse de la valeur de polarisation de la source de lumière 1 permet d'alerter le système client du problème et de suppléer le système d'alerte principal.

Comme cela a été présenté précédemment, lorsque le capteur n'est
5 pas immergé dans le liquide, le milieu transmet effectivement beaucoup plus de lumière qu'en temps normal. La valeur de polarisation de la source de lumière prend par conséquent une valeur anormalement basse. Un détecteur de dépassement 16 d'un seuil de polarisation prédéfini permet de
10 déceler si le capteur constitué de la source et du détecteur de lumière est immergé dans le liquide ou non.

Le système client 8 est alors alerté via le module d'interface 7 de l'absence complète de liquide au niveau du capteur lorsque la valeur de polarisation de la source de lumière 1 est inférieure à une valeur seuil
15 prédéfinie T et est détectée comme telle par le détecteur de dépassement 16 d'un seuil de polarisation prédéfini.

Ce supplétif ne peut cependant être mis en œuvre que dans le cadre des technologies de captation par transmission (notamment absorption d'une longueur d'onde spécifique et diffraction des rayons lumineux sur la surface d'une bulle) décrites précédemment et illustrées par la figure 3.

20 Dans le cadre des technologies de captation par réflexion décrites précédemment et illustrées par les figures 1 et 2, on ne peut détecter par l'analyse des variations entre deux mesures successives de l'intensité lumineuse perçue par le détecteur 2 de lumière si le capteur est immergé dans le liquide ou non. Afin de rendre cette détection réalisable, il est
25 possible d'adjoindre au dispositif un système d'électrodes comme cela a été décrit précédemment. De telle sorte le système d'alerte principal peut être supplé dès lors que le capteur n'est plus immergé dans le liquide.

Selon un premier mode de réalisation préféré de l'invention, le module
30 9 de traitement de l'intensité lumineuse comporte des moyens de comparaison logique 12 aptes à déceler une variation notable de l'intensité lumineuse entre deux mesures successives ainsi que des moyens de

traitement statistique 21 de ladite variation aptes à fournir une information sur le dépassement ou non du taux limite de bulles toléré.

Ledit module de comparaison logique 12 est constitué de moyens 18 aptes à calculer la variation de l'intensité lumineuse entre deux mesures
5 successives faites au niveau du détecteur de lumière 2 et de moyens 19 aptes à détecter le dépassement d'un seuil prédéterminé S.

En l'absence de bulles, les mesures successives de l'intensité lumineuse sont identiques. Le passage d'une bulle dans la zone de
détection 3 modifie l'intensité lumineuse perçue par le détecteur 2. Cette
10 modification de l'intensité lumineuse dans la zone de détection 3 se traduit par une variation du signal électrique 17 aux bornes du détecteur de lumière 2. Ce sont ces variations temporelles qui sont détectées.

La variation de l'intensité lumineuse est ensuite calculée en comparant, via les moyens 18, la valeur du signal électrique 17 à celle
15 précédemment obtenue. La mesure de la variation de l'intensité lumineuse entre deux mesures successives est ensuite comparée à un seuil prédéterminé S via les moyens 19 de détection de dépassement de seuil. Si l'écart entre ces deux valeurs successives est supérieur au seuil S, le système considère qu'une bulle est présente dans la zone de détection 3.

Dans le cas où le seuil S est dépassé, le compteur d'alerte 13 des
20 moyens de traitement statistique 21 de la variation entre des mesures successives de l'intensité lumineuse est incrémenté d'une valeur prédéterminée A. Dans le cas contraire, on décrémente ce même compteur d'une valeur B. Les valeurs A et B sont telles que A est supérieur à B et que
25 leur rapport A/B est généralement compris entre 10 et 1000.

Le compteur d'alerte 13 est borné entre deux valeurs prédéfinies. S'il dépasse une valeur d'alerte C, l'unité de commande et de traitement de l'information 6 informe alors le système client 8 via le module d'interface 7
30 que le taux de bulle est supérieur au taux limite autorisé. Ladite valeur C est généralement comprise entre 70% et 95% de la valeur maximale du compteur d'alerte 13.

Pour optimiser le système, une hystérésis peut être instaurée grâce à une valeur de fin d'alerte D qui évite les problèmes transitoires entre les deux états de sorties

Les valeurs C et D sont fixées de telle sorte que C est supérieur à D.

- 5 Suivant les cas, le rapport A/C est typiquement compris entre 1/25 et 1/250 et le rapport D/C typiquement compris entre 3/10 et 8/10.

- Une temporisation peut également être rajoutée au système afin d'augmenter avantageusement l'agrément fonctionnel du détecteur. On peut choisir par exemple de ne déclencher l'alerte que si le compteur
10 d'alerte 13 dépasse la valeur d'alerte C' pendant une durée supérieure à la valeur de temporisation. La valeur C' est généralement, mais non obligatoirement, égale à C.

- Un des avantages du traitement de l'information réalisé dans le cadre de ce premier mode de réalisation préféré de l'invention réside dans le fait
15 que le temps de réponse est inversement proportionnel à la quantité de bulles présentes dans la zone de détection. Une présence très importante de bulles est détectée très rapidement, alors qu'une petite quantité est analysée plus longuement et plus finement afin d'être sûr que la détection est fondée. On évite ainsi toute fausse alerte.

- 20 Selon un second mode de réalisation préféré de l'invention, le module 22 de traitement de l'intensité lumineuse comporte des moyens 18 aptes à calculer la variation de l'intensité lumineuse entre deux mesures successives ainsi que des moyens 23 aptes à extraire la valeur moyenne d'une pluralité desdites variations entre deux mesures successives de
25 l'intensité lumineuse.

- La variation de l'intensité lumineuse est calculée en comparant, via les moyens 18, la valeur du signal électrique 17 précédemment numérisé par le module de conversion analogique/numérique 11 à la valeur précédemment acquise. La mesure de la variation de l'intensité lumineuse entre deux
30 mesures successives est ensuite introduite dans un filtre numérique passe-bas caractérisé par ses coefficients Fo et constituant des moyens 23 aptes

à extraire la valeur moyenne des variations entre deux mesures successives de l'intensité lumineuse.

L'unité de commande et de traitement de l'information 6 fournit alors au système client 8, via le module d'interface 7, cette valeur moyenne qui
5 est représentative du taux de bulle dans le liquide.

Ce second mode de réalisation préféré de l'invention permet d'indiquer de manière réactive la quantité de bulles présentes dans le liquide. Il offre ainsi une souplesse d'utilisation au client qui peut régler ou re-régler les système quand il le désire, voire même élaborer de nouvelles stratégies
10 d'alerte, en utilisant par exemple des niveaux de pré-alerte.

Comme on l'a vu précédemment, on peut avantageusement adjoindre au dispositif conforme à l'invention un dispositif de mesure de température. On utilise alors une sonde de température qui peut être court-circuitée lorsque le capteur a décelé la présence de bulles et/ou lorsque le capteur
15 n'est pas immergé dans le liquide.

L'incorporation d'un tel dispositif de mesure de température permet d'obtenir un capteur tri-fonction (température du liquide/présence de bulles de gaz dans le liquide/absence de liquide) lorsque des techniques de captation reposant sur les propriétés de transmission de la lumière dans
20 des milieux aux caractéristiques optiques différentes sont employées.

L'incorporation d'un tel dispositif de mesure de température permet d'obtenir un capteur bi-fonction (température du liquide/présence de bulles de gaz dans le liquide) lorsque des techniques de captation reposant sur les propriétés de réflexion de la lumière sur la surface des bulles de gaz sont
25 employées. Si, comme on l'a vu précédemment, on incorpore de plus un système d'électrodes, la troisième fonctionnalité (absence de liquide) est avantageusement ajoutée au dispositif conforme à l'invention.

L'interfaçage avec le système client 8 peut avantageusement se faire, comme cela est illustré par les figures 6 et 7, en n'utilisant qu'un seul fil de
30 liaison sur lequel sont portées à la fois les informations concernant la

température du liquide, la présence de bulles dans le liquide et, selon certaines configurations, l'absence de liquide.

La figure 6 illustre un tel interfaçage dans le cadre du premier mode de réalisation préféré de l'invention. Lorsque que le capteur a détecté la présence de bulles ou l'absence de liquide, un signal d'alerte est généré. Ce signal d'alerte commande alors le court-circuitage de la sonde de température. De telle sorte le signal de sortie à destination du système client 8 est à un niveau haut d'amplitude proportionnelle à la température du liquide lorsque le capteur est immergé dans le liquide et qu'aucune bulle n'est détectée dans la zone de détection. Ledit signal prend un niveau bas suite au court-circuitage de la sonde lorsque le capteur a détecté la présence de bulles ou l'absence de liquide.

La figure 7 illustre l'interfaçage qui peut être réalisé dans le cadre du second mode de réalisation préféré de l'invention. On envoie à période régulière l'information sur le taux de bulles sous la forme d'un train de créneaux PWM (Pulse Width Modulation, ou en français Modulation de Durée d'Impulsion). On force pour cela périodiquement la valeur de la tension de la résistance variable formant le dispositif de mesure de température aux tensions de masse et d'alimentation du capteur. La largeur des impulsions est proportionnelle au taux de bulles mesuré. Une absence de liquide au niveau du capteur est considérée comme un taux de bulles maximum et est donc représentée par un train d'impulsions de largeur maximale. Le signal de sortie à destination du système client 8 est donc constitué de la succession périodique d'un signal constant de niveau haut d'amplitude proportionnelle à la température du liquide et d'un signal PWM représentatif du taux de bulles dans le liquide.

Comme on l'a indiqué précédemment, l'invention s'applique en particulier, mais non exclusivement, à la détection de bulles de gaz dans un circuit de refroidissement d'un moteur à explosion de véhicule automobile.

A cet effet, on note que les paramètres A, B, C, C', D, S, T, les coefficients du filtre (Fo), ainsi que la fréquence à laquelle sont réalisées les

acquisitions peuvent être réglés selon les caractéristiques du système à surveiller. On peut ainsi agir notamment sur le temps de réponse, la sensibilité en fonction de la vitesse des bulles, etc.

- 5 Bien entendu, l'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation particuliers qui viennent d'être décrits, mais s'étend à toute variante conforme à son esprit.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de détection de bulles de gaz dans un liquide adapté à
5 un dispositif comprenant une source de lumière (1), un détecteur de lumière
(2) et une unité de commande et de traitement de l'information (6) reliée à
un système client (8) comportant les étapes d'émission de la lumière depuis
la source (1) de lumière, d'acquisition des mesures successives de
l'intensité lumineuse perçue par le détecteur de lumière (2) et de calcul
10 d'une variation entre deux mesures successives de ladite intensité
lumineuse.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il
comporte en outre une étape de comparaison de la variation temporelle à
une valeur seuil prédéfinie S.

15 3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'il
comporte en outre une étape d'incrémentation d'un compteur alerte (13)
d'une valeur prédéfinie A quand la variation de l'intensité lumineuse perçue
par le détecteur (2) de lumière entre deux mesures successives est
supérieure au seuil S et de décrémentation dudit compteur d'alerte (13)
20 d'une valeur prédéfinie B dans le cas contraire.

4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'il
comporte en outre une étape d'envoi au système client (8) d'une information
indiquant qu'un taux de bulles est supérieur à un taux maximum autorisé
lorsque ledit compteur d'alerte (13) dépasse une valeur prédéfinie C dite
25 valeur d'alerte.

5. Procédé selon la revendication 3 caractérisé en ce qu'il
comporte en outre une étape d'envoi au système client (8) d'une information
indiquant qu'un taux de bulles est supérieur à un taux maximum autorisé
lorsque ledit compteur d'alerte (13) dépasse une valeur prédéfinie C' dite
30 valeur d'alerte pendant une durée supérieure à une durée de temporisation
prédéfinie.

6. Procédé selon l'une des revendications 4 ou 5 caractérisé en ce qu'il comporte en outre une étape de cessation d'envoi au système client (8) d'une information indiquant que le taux de bulles est supérieur au taux maximum autorisé lorsque le compteur d'alerte (13) est inférieur à une
5 valeur prédéfinie D dite valeur de fin alerte.

7. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte en outre une étape de calcul d'une valeur moyenne d'une pluralité de variations entre deux mesures successives de l'intensité lumineuse.

8. Procédé selon la revendication 7 caractérisé en qu'il comporte
10 en outre une étape d'envoi au système client (8) d'une information indiquant la valeur moyenne des variations successives de l'intensité lumineuse perçue par le détecteur (2) de lumière.

9. Procédé selon l'une des revendications précédentes caractérisé en ce que, l'unité de commande et de traitement de l'information (6)
15 comportant un module de commande de la source de lumière (15) apte à polariser ladite source de lumière (1) sur plusieurs niveaux de polarisation, la source de lumière (1) est polarisée périodiquement par ledit module de commande (15) de la source lumineuse.

10. Procédé selon la revendication 9, caractérisé en ce qu'une
20 calibration du capteur constitué de la source (1) et du détecteur (2) de lumière est réalisée de manière synchronisée sur la polarisation périodique de la source (1) de lumière.

11. Procédé selon l'une des revendications précédentes caractérisé en ce que, la source (1) et le détecteur (2) de lumière étant agencés
25 sensiblement orthogonalement, l'étape d'acquisition des mesures successives de l'intensité lumineuse perçue par le détecteur (2) de lumière permet d'acquérir des mesures de la quantité de rayons lumineux émis par la source de lumière (1) qui sont réfléchis le cas échéant lors de la présence de bulles sur la surface d'une bulle de gaz dans une direction sensiblement
30 orthogonale de la direction d'incidence vers le détecteur (2) de lumière.

12. Procédé selon l'une des revendications 1 à 10 caractérisé en ce que, la source (1) et le détecteur (2) de lumière étant agencés sensiblement de manière adjacente, l'étape d'acquisition des mesures successives de l'intensité lumineuse perçue par le détecteur (2) de lumière permet
5 d'acquérir des mesures de la quantité de rayons lumineux émis par la source de lumière (1) qui sont réfléchis le cas échéant lors de la présence de bulles sur la surface d'une bulle de gaz dans une direction sensiblement parallèle à la direction d'incidence vers le détecteur (2) de lumière.

13. Procédé selon l'une des revendications 11 ou 12 caractérisé en
10 ce que, le dispositif comprenant également un élément de mesure de température et au moins un interrupteur associé audit élément de mesure de température, l'interrupteur est apte à changer d'état lors de la détection d'une bulle de gaz.

14. Procédé selon la revendication 13 caractérisé en ce que, l'unité
15 de commande et de traitement de l'information (6) transmettant, via un module d'interface (7), au système client (8) les informations sur la température du liquide et la présence de bulles de gaz dans le liquide, le module d'interface (7) et le système client (8) n'étant relié que par un seul fil, un signal de niveau haut d'amplitude proportionnelle à la température du
20 liquide lorsque la présence d'une bulle n'est pas détectée ou de niveau bas lorsque la présence d'une bulle est détectée est fourni au système client (8) par le module d'interface (7).

15. Procédé selon l'une des revendications 11 ou 12 caractérisé en ce que, le dispositif comprenant également un système d'électrodes apte à
25 mesurer la résistivité du milieu ambiant et l'unité de commande et de traitement de l'information (6) étant reliée au système client (8) via un module d'interface (7), le système client (8) est informé, via le module d'interface (7), par l'unité de commande et de traitement de l'information (6), que le capteur constitué de la source (1) et du détecteur (2) de lumière n'est
30 pas immergé dans le liquide lorsque le système d'électrodes identifie le milieu ambiant comme n'étant pas le liquide.

16. Procédé selon la revendication 15 caractérisé en ce que, le dispositif comprenant également un élément de mesure de température et au moins un interrupteur associé audit élément de mesure de température, l'interrupteur est apte à changer d'état lors de la détection d'une bulle de gaz et lors de l'absence de liquide.

17. Procédé selon la revendication 16 caractérisé en ce que, l'unité de commande et de traitement de l'information (6) transmettant, via le module d'interface (7), au système client les informations sur la température du liquide, la présence de bulles de gaz dans le liquide et la non immersion du capteur dans le liquide, le module d'interface (7) et le système client (8) n'étant reliés que par un seul fil, un signal de niveau haut d'amplitude proportionnelle à la température du liquide lorsque la présence d'une bulle n'est pas détectée et que le capteur est immergé dans le liquide ou de niveau bas lorsque la présence d'une bulle est détectée ou lorsque le capteur n'est pas immergé dans le liquide est fourni au système client (8) par le module d'interface (7).

18. Procédé selon l'une des revendications 1 à 10 caractérisé en ce que, la source (1) et le détecteur (2) de lumière étant agencés sensiblement face à face, l'étape d'émission de la lumière permet d'émettre depuis la source (1) de lumière une lumière de longueur d'onde spécifique telle qu'elle est fortement (réciproquement faiblement) absorbée par le liquide et peu (réciproquement fortement) absorbée par le gaz constituant les bulles.

19. Procédé selon l'une des revendications 1 à 10 caractérisé en ce que, la source (1) et le détecteur (2) de lumière étant agencés sensiblement face à face, l'étape d'acquisition des mesures successives de l'intensité lumineuse perçue par le détecteur (2) de lumière permet d'acquérir des mesures de la quantité de rayons lumineux émis par la source (1) de lumière qui sont déviés vers le détecteur (2) de lumière le cas échéant lors de la présence de bulles du fait des différences d'indice de diffraction entre le liquide et le gaz constituant les bulles au niveau de la surface desdites bulles.

20. Procédé selon l'une des revendications 18 ou 19 caractérisé en ce que, le dispositif comprenant également un élément de mesure de température et au moins un interrupteur associé audit élément de mesure de température, l'interrupteur est apte à changer d'état périodiquement

5 21. Procédé selon la revendication 20 caractérisé en ce que, l'unité de commande et de traitement de l'information (6) transmettant, via un module d'interface (7), au système client les informations sur la température du liquide et la présence de bulles dans le liquide, le module d'interface (7) et le système client (8) n'étant reliés que par un seul fil, un signal périodique
10 est fourni au système client (8) par le module d'interface (7).

22. Procédé selon la revendication 21, caractérisé en ce que la période dudit signal périodique est formée d'une première phase constituée par un signal constant de niveau haut d'amplitude proportionnelle à la température du liquide et d'une deuxième phase constituée par un train
15 d'impulsions à largeur modulée, la largeur des impulsions étant modulée selon la valeur moyenne des variations successives de l'intensité lumineuse perçue par le détecteur (2) de lumière.

23. Procédé selon l'une des revendications 18 ou 19, caractérisé en ce que le système client (8) est informé, via un module d'interface (7), que
20 le capteur n'est pas immergé dans le liquide lorsque la valeur de polarisation de la source de lumière (1) est inférieure à une valeur seuil prédéfinie T, dite valeur de seuil d'alerte de polarisation.

24. Procédé selon la revendication 23 caractérisé en ce que, le dispositif comprenant également un élément de mesure de température et
25 au moins un interrupteur associé audit élément de mesure de température, l'interrupteur est apte à changer d'état périodiquement.

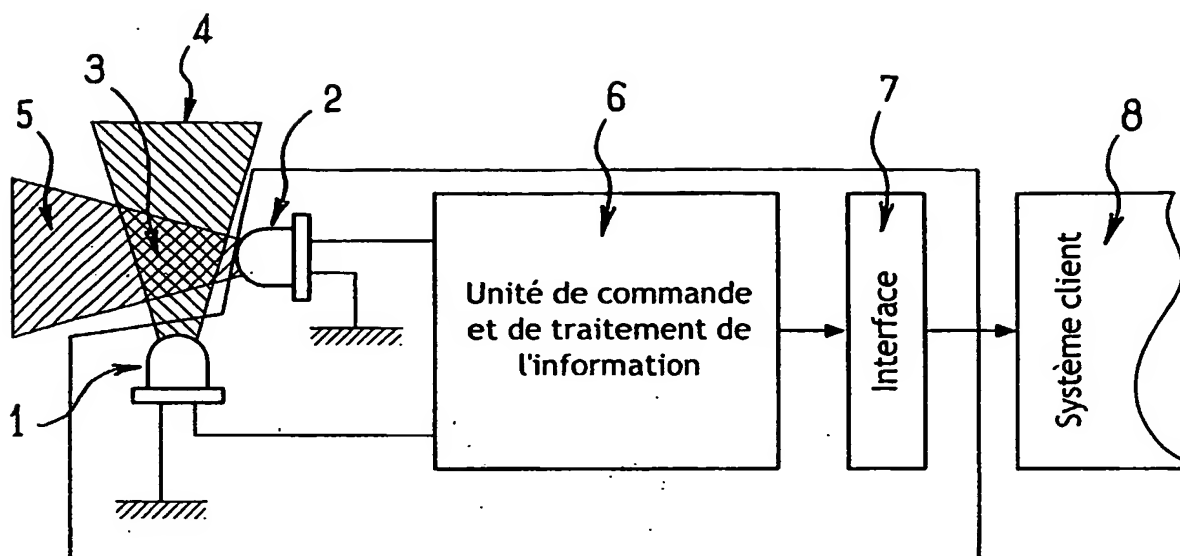
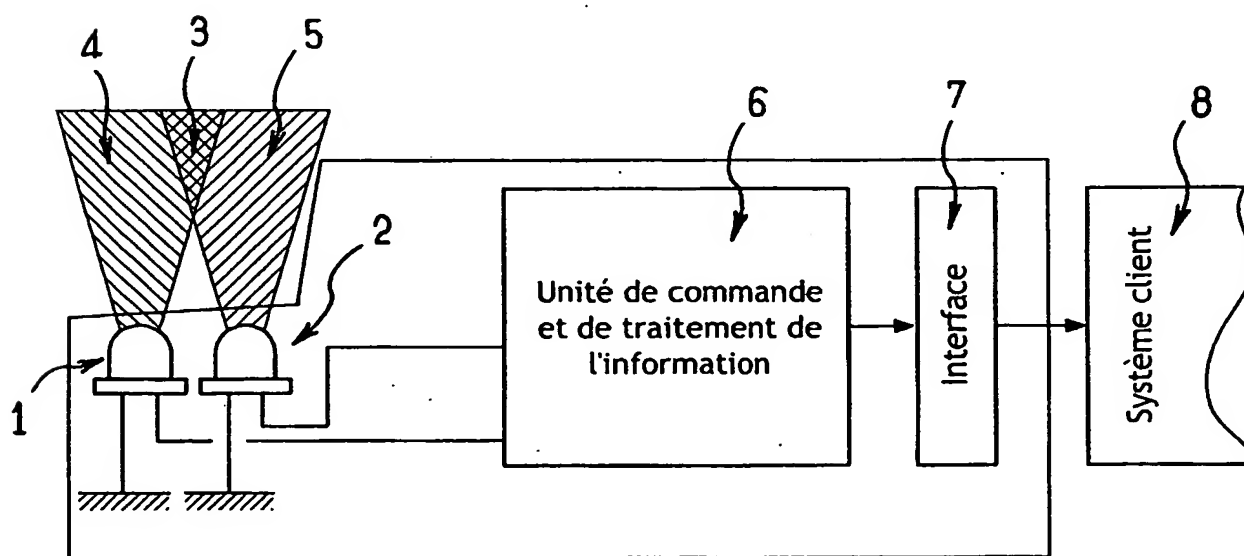
25. Procédé selon la revendication 24 caractérisé en ce que, l'unité de commande et de traitement de l'information (6) transmettant, via le module d'interface (7), au système client les informations sur la température
30 du liquide, la présence de bulles dans le liquide et la non immersion du capteur dans le liquide, le module d'interface (7) et le système client (8)

n'étant reliés que par un seul fil, un signal périodique est fourni au système client (8) par le module d'interface (7).

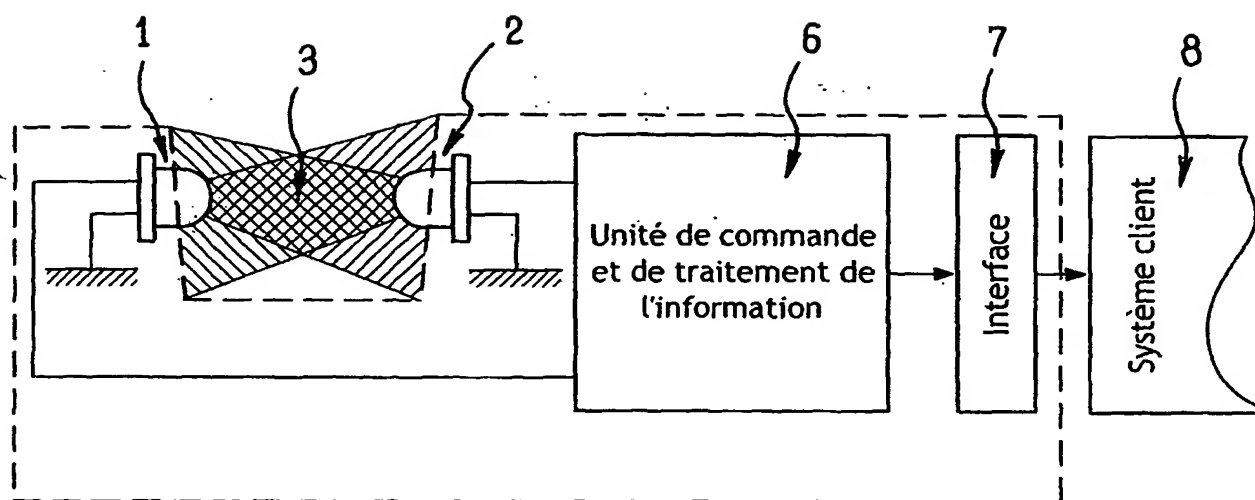
26. Procédé selon la revendication 25 caractérisé en ce que la période dudit signal périodique est formée d'une première phase constituée par un signal constant de niveau haut d'amplitude proportionnelle à la température du liquide et d'une deuxième phase constituée par un train d'impulsions à largeur modulée, la largeur des impulsions étant modulée selon la valeur moyenne des variations successives de l'intensité lumineuse perçue par le détecteur (2) de lumière et ladite largeur étant maximale lorsque le capteur n'est pas immergé dans le liquide.

27. Dispositif de détection de bulles de gaz dans un liquide comprenant des moyens d'émission de lumière, des moyens de détection de lumière et des moyens de commande et de traitement de l'information liés aux moyens de détection de lumière caractérisé en ce que suite à l'émission de lumière par les moyens d'émission de lumière et à la détection de lumière par les moyens de détection de lumière, les moyens de commande et de traitement de l'information sont aptes à obtenir des moyens de détection de lumière des mesures successives de l'intensité lumineuse détectée par les moyens de détection de lumière et à calculer une variation de l'intensité lumineuse entre deux mesures successives de l'intensité lumineuse.

1/5

FIG. 1FIG. 2

2/5

FIG. 3

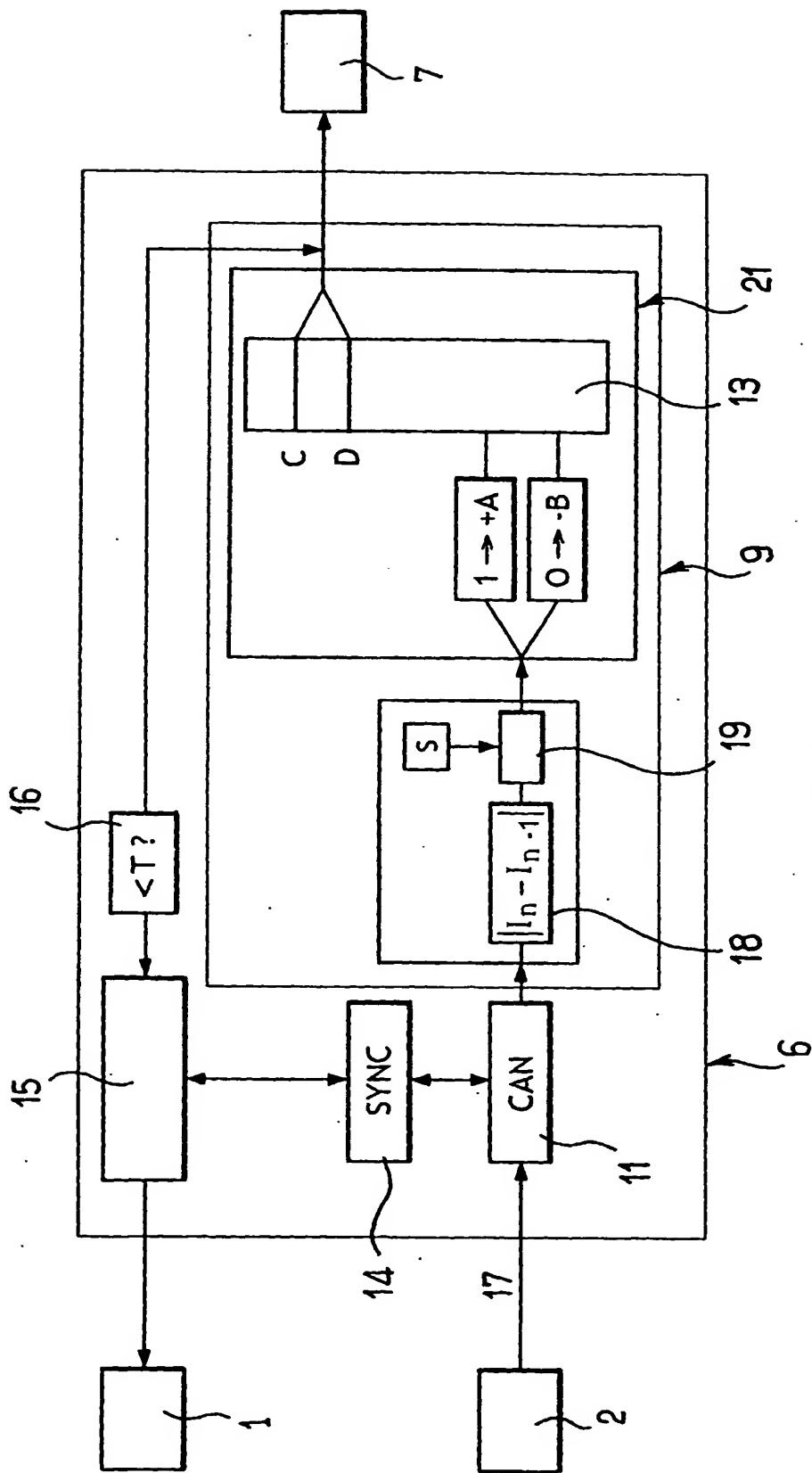


FIG. 4

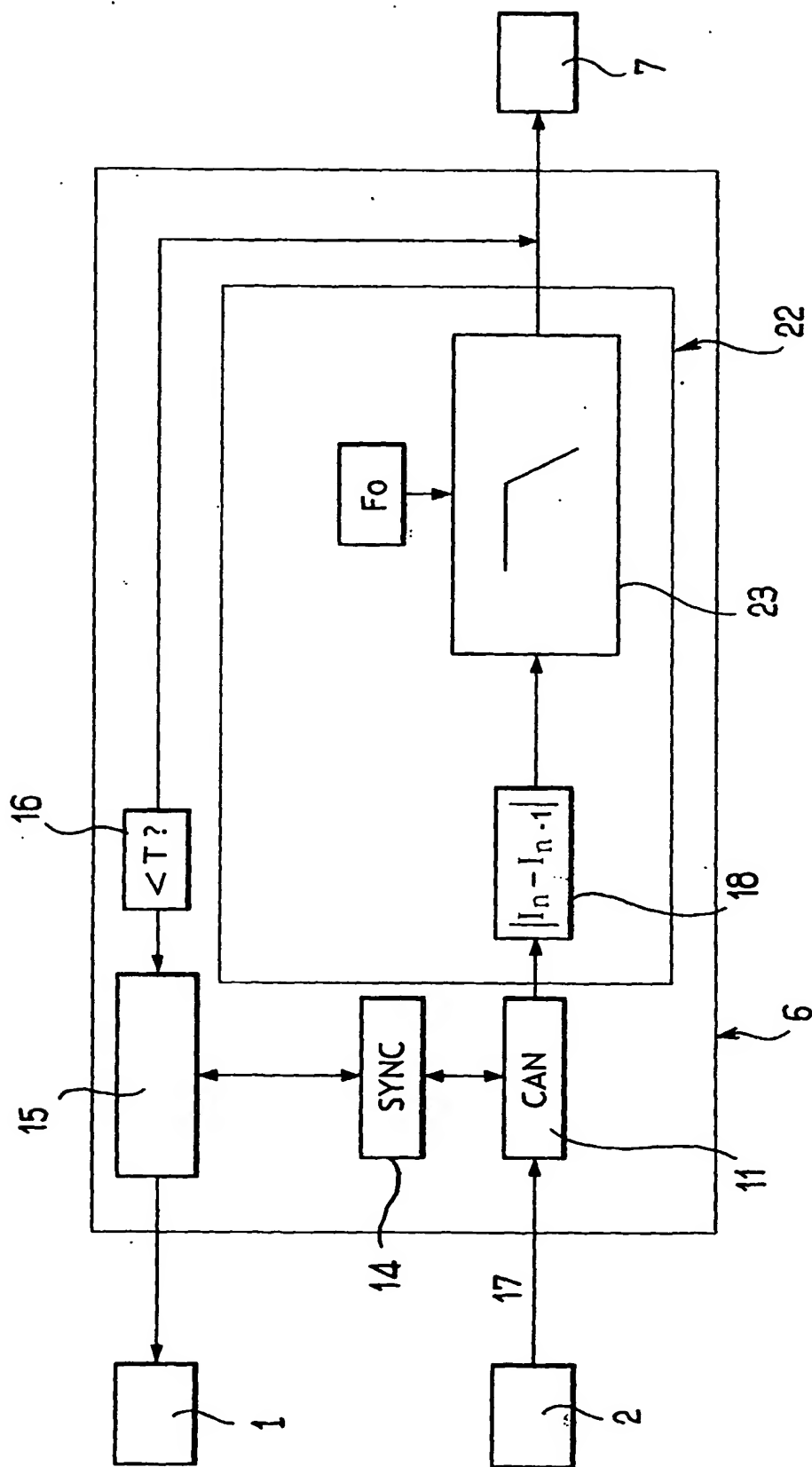


FIG. 5

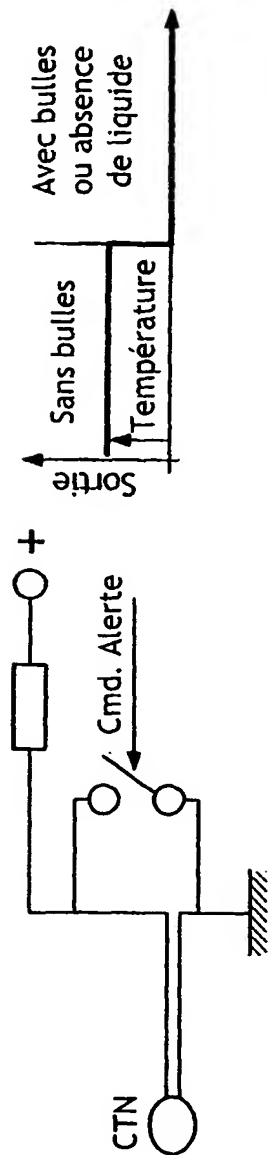


FIG. 6

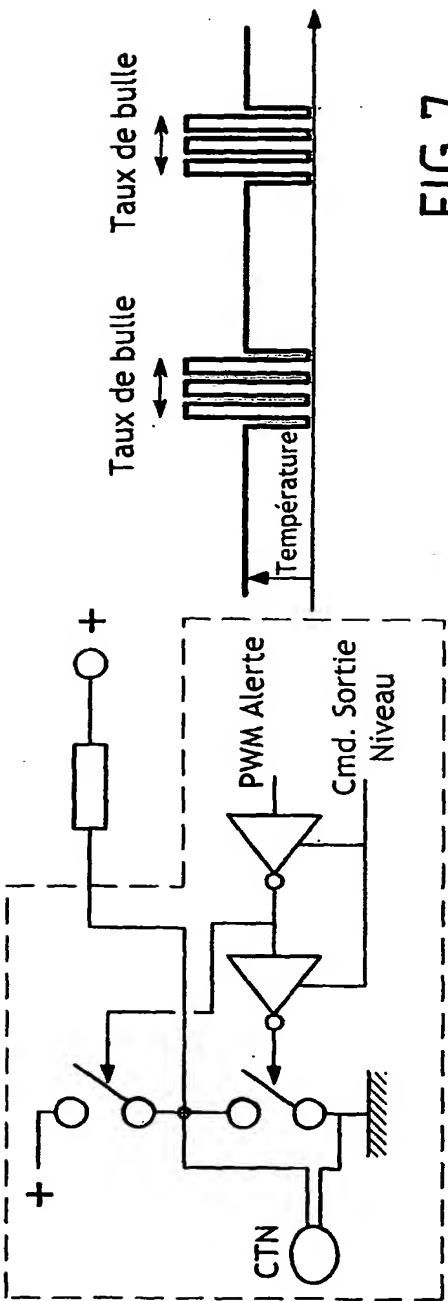


FIG. 7